

総論

(株)豊田中央研究所
各務 学

1 背景

近年、自動運転に関連した研究開発が急展開している。単なる自律走行を目的とした研究は古くから行われているが、交通ルールを守っての自動車の市街地走行に関しては2007年に開催された米国DARPAのアーバンチャレンジ¹⁾以降で注目を浴びるようになった。加えて、昨今の交通事故低減、渋滞緩和、CO₂削減、高齢者対応等の多くの社会的ニーズの高まりで自動車メーカだけではなく、異業種からの参入²⁾や、新興国でのトライアルも始まり、2013年の自動ブレーキの普及により国際的な開発競争に火が付いた。自動運転は米運輸省道路交通安全局(NHTSA)の方針を基に国土交通省で5段階に分類定義されており³⁾、レベル0：自動化なし、レベル1：特定機能の自動化、レベル2：複合機能の自動化、レベル3：半自動運転、レベル4：完全自動運転としている。レベル1～4を実現するためには先進運転支援システム(ADAS: Advanced Driver Assist System)を構築する必要がある。完全自動運転に向けて、更に多くのADASが相互に連携する必要がある。現在広く普及しているADASとして自動ブレーキシステムがあり、このシステムのみ搭載した車は、レベル2相当である。一部のハイエンド車には複数システムが搭載されておりレベル2.x相当と独自に呼称する場合がある。レベル3以上に向けては、技術的な課題だけではなく、法的な整備も進める必要がある。先進国においては、関係省庁と業界により議論が始まっている。

2 ADASの現状と今後

ハイエンド車の例として、2014年のベンツSクラスを例にとると、30個近いセンサを用いて、適応走行制御、自動駐車、適応型前照灯、ナイトビジョン、サラウンドビュー、歩行者検出、衝突回避、車線維持、衝突備えの9つのADASが追加または改良搭載されている⁴⁾。現在、自動車用として用いられているセンサとしては、カメラ、ミリ波レーダ、レーザーレーダ、ソナーが一般的である。詳細は本特集にある解説記事に委ねるが、それぞれのセンサには長所と短所が有り、昼夜問わず360度の周辺監視を行うためには複数のセンサを用いて性能を補完する必要がある。現状、多くのADASはセンサに直結したプロセッサにより物標情報を抽出しCANまたは独自の信号フォーマットで伝送したセンサ情報によりシステムを動作させている。しかしながら、今後、自動運転のレベルが上がるにつれ、センサやECUの数が増大し、配索やコストの点で課題が生じる。特にセンサに関しては、より遠方の物標検出と認識、さらには予測を行うため、高解像度、高フレームレートが必要となり、扱うセンサデータの量は膨大となる。また、性能補間を目的としたセンサーフュージョンは高度な処理を行うため、センサとプロセッサを分離し、ネットワーク化する動きが始まっている。所謂、分散制御から集中制御への移行である⁵⁾。図1は、ADASネットワークの概念図である。次世代ADAS系とインフォテインメント系ネットワークとしてもっとも有力な車載イーサネット規格⁶⁾を適用した場合、

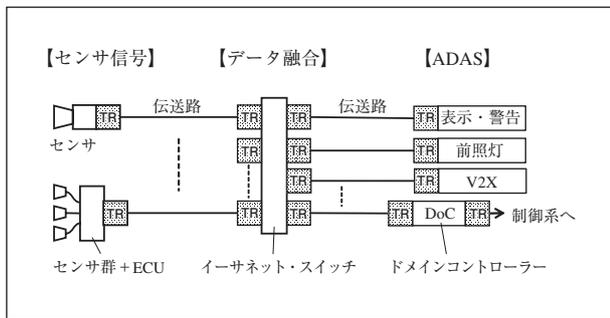


図1 車載イーサネットによるADASネットワークの構成概念図

各種センサ信号と各種ADASがイーサネットスイッチ（ハブ）を介して接続される。ADASによる車両制御は、ゲートウェイ付のドメインコントローラ（ADAS系を統括するECU）を介して、制御系やボディ系のドメインコントローラと接続して行われる。この他にもADASは、センサ情報を提示するディスプレイや、センサ情報を利用した前照灯、さらには、車外との通信システム（車車間通信や路車間通信等、V2X）も含まれ、必要なセンサ信号を取り込み、処理を行う。これらのデバイスやECU間にはトランシーバ（TR）を用いた伝送路で接続している。

3 光で測り，光で伝え，光で表示

図1で示した車載センサネットワークはその多くが光デバイスで実現可能である。本特集内で詳細な解説があるが、光センサとしては既にカメラとレーザーレーダの実用化が始まった。測距可能なステレオカメラと、夜間に認識性能を高める赤外線カメラ、および、レーザーレーダ（または、LIDAR：Laser Imaging Detection and Ranging）がそれぞれの特徴を生かせるADASで使用されている。ステレオカメラは三角測量による測距、レーザーレーダはTOF（Time Of Flight）による測距が可能であり、車載環境での測定範囲拡大と高解像度化に向けた研究が進められている。特にレーザーレーダでは車載環境下で十分な性能が出せる走査光学系が重要な技術となりつつある。伝送路に関しては、すでに軽量で広帯域な光ファイバが自動車で採用されているが、近年、多値デジタル変復調技術を用いて従来と同じ光物理層を用いて1 Gb/sの通信が可能になり実用化に向けて標準化が活発

化している。ディスプレイに関しては、視線移動が少ない運転者への情報提示手段として着目されているHUD（Head Up Display）が事故低減に向けた重要なディスプレイとして注目が高まっている。また、センサ情報を用いたインテリジェント前照灯の普及が始まり、より高解像度での路面描画や配向制御が研究されている。これらの光デバイスは高レベルの自動運転を実現するための重要なデバイスになると期待されている。

4 まとめ

以上に示した光センサおよび光ネットワークは主に自車の周辺監視を行うためのものであるが、運転者を監視（視線，覚醒，健康，等）する光センサも多く開発されている。これらをネットワーク上に接続し、一部を車載ビッグデータとしてクラウドに繋がり、新規なビジネスを起こす動きも高まっている。ADASのすべてが光部品になるわけではないが、光は高いポテンシャルを有しており、低コスト化に向けた努力が進んでいる。今後、自動車の制御，インフォテインメント，ビッグデータ連携といった様々な用途で光技術の浸透を期待している。

参考文献

- 1) M. Buehler, K. Lagnemma, and S. Singh, Eds. "The DARPA Urban Challenge: Autonomous Vehicles in City Traffic," Springer, 2009.
- 2) M. Gerla, L. Eun-Kyu, G. Pau, L. Vichin, "Internet of vehicles: From intelligent grid to autonomous cars and vehicular clouds," IEEE World Forum on Internet of Things (WF-IoT), March 2014.
- 3) <http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/autopilot/pdf/05/2.pdf>
- 4) B. Fleming, "Advanced automotive electronics," IEEE Vehicular Technol. Magazine, pp. 4-12, Dec., 2013.
- 5) Call for Interest, IEEE 802.3 1 Twisted Pair 100 Mb/s Ethernet Study Group, http://www.ieee802.org/3/cfi/0314_2/CFI_02_0314.pdf
- 6) K. Matheus and T. Königseder, "Automotive Ethernet," Cambridge University Press, 2015.

■ Overview

■ Manabu Kagami

■ Toyota Central R & D Labs

カガミ マナブ

所属：(株)豊田中央研究所 システム・エレクトロニクス2部 主席研究員